

精准心脏麻醉对成年人心脏外科手术安全性及有效性探讨

高宇晨¹ 王春蓉¹ 王越夫¹ 杜娟² 向玲³ 王苏德娜¹ 田宇¹

¹中国医学科学院,北京协和医学院,阜外医院麻醉中心 100037;²中国医学科学院,北京协和医学院,阜外医院成人术后恢复中心 100037;³宜宾市第二人民医院麻醉科 644000

通信作者:王越夫,Email: wangyuefu@hotmail.com

【摘要】 目的 探讨精准心脏麻醉方案的有效性及其安全性。方法 纳入 80 例在全身麻醉下行择期心脏外科手术的患者,纽约心脏病学会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级 I~IV 级,采用完全随机法分为精准心脏麻醉方案组(P 组)和传统麻醉方案组(C 组),每组 40 例。P 组采用以小剂量舒芬太尼为主,同时联合靶控输注精确调控患者血药浓度,BIS 监测全身麻醉深度,指导合理化使用全身麻醉药物;根据患者术前、术中情况决定术后拔出气管导管的时机。C 组采用常规剂量舒芬太尼麻醉方法,术毕患者带气管导管入 ICU。分别记录两组患者术前基本资料,术中舒芬太尼用量、CPB 例数、手术时间、最低体温等,术后机械通气时间、并发症发生情况、ICU 停留时间、术后住院时间及住院费用等。结果 P 组术中舒芬太尼用量明显少于 C 组($P<0.05$); C 组患者术后肺炎发生率明显高于 P 组($P<0.05$); P 组术后机械通气时间、ICU 停留时间及术后住院时间均明显短于 C 组($P<0.05$); P 组患者总住院费用和检查费用均明显低于 C 组($P<0.05$)。结论 精准心脏麻醉方案可安全、有效地用于成年人心脏外科手术,该方案减少患者 ICU 停留时间及术后住院时间,降低住院费用,提高医疗资源利用率。

【关键词】 心脏手术; 精准心脏麻醉; 快通道

基金项目:阜外医院特色学科发展专项基金

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2019.08.009

The effectiveness and safety of precision cardiac anesthesia in patients undergoing cardiac surgery

Gao Yuchen¹, Wang Chunrong¹, Wang Yuefu¹, Du Juan², Xiang Ling³, Wang Sudena¹, Tian Yu¹

¹Department of Anesthesiology, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, Beijing 100037, China; ²Department of Adult Intensive Care Unit, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College, Beijing 100037, China; ³Department of Anesthesiology, the Second People's Hospital of Yibin, Yibin 644000, China
Corresponding author: Wang Yuefu, Email: wangyuefu@hotmail.com

【Abstract】 Objective To investigate the effectiveness and safety of precision cardiac anesthesia. **Methods** A total of eighty subjects [New York Heart Association (NYHA) grades I-IV] undergoing selective cardiac surgery were enrolled. They were randomly divided into two groups ($n=40$): a precision cardiac anesthesia group (group P) and a conventional cardiac anesthesia group (group C). Group P was primarily administrated with a low-dose of sufentanil, in combination with target-controlled infusion to accurately adjust the blood concentration of anesthetics as well as bispectral index to monitor anesthesia depth. The aim of this protocol of precision cardiac anesthesia was to achieve the rationalization of anesthetic use. The timing of tracheal extubation following cardiac surgery was determined by pre- and intra-operative individual general condition in group P. Routine dosage sufentanil was traditionally administrated in group C, and patients were transferred to intensive care unit (ICU) with tracheal intubation after surgery. All patients' data were recorded including baseline characteristics, intraoperative sufentanil dosage, cases with cardiopulmonary bypass (CPB), operation time, lowest temperature, duration of mechanical ventilation, poor events, ICU length of stay, post-operative hospitalization stay and cost of hospital care. **Results** The total amount of sufentanil used intra-operatively was significantly less in group P than that in group C ($P<0.05$). The number of patients developing pneumonia after surgery in group C was revealed to be significantly greater than that in group P ($P<0.05$). Compared to group C, patients in group P had significantly decreased length of mechanical ventilation, ICU stay and post-operative hospital stay ($P<0.05$). Both total hospital expenditure and medical examination fee were significantly less in group P ($P<0.05$). **Conclusions** Precision cardiac anesthesia is of effectiveness and safety in adults undergoing cardiac surgery. It can reduce ICU and post-operative hospitalization stay. It is beneficial to cut the cost of health care, so as to improve efficiency of medical resources.

【Key words】 Cardiac surgery; Precision cardiac anesthesia; Fast track

Fund program: Special Fund for the Development of Characteristic Disciplines in Fuwai Hospital

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2019.08.009

近年来我国成年人心脏外科手术量呈逐步上升趋势,但手术室及 ICU 的医疗资源有限,心脏手术患者在 ICU 停留时间过长已成为限制手术室患者周转率的主要因素之一。因此,如何缩短 ICU 停留时间乃至术后住院时间、提高医疗资源利用率已成为国内外心脏外科领域的主要研究目标。

精准心脏麻醉指术中以小剂量舒芬太尼为主,联合靶控输注技术精确调控患者血药浓度, BIS 监测麻醉深度,使全身麻醉药物用量趋于合理化;根据患者术前、术中情况决定气管导管拔出时机,做到真正意义上的个体化、精准化的心脏麻醉管理。研究表明,心脏术后早期拔管可在不影响患者围手术期安全的基础上缩短 ICU 停留时间,节约医疗资源^[1-2]。

本研究旨在评价精准心脏麻醉方案在成年人心脏外科手术中的有效性、安全性。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究是前瞻性、随机对照的临床研究。经阜外医院伦理委员会批准通过,患者及家属均签署书面同意书。入选病例>18 岁,纽约心脏病学会(New York Heart Association, NYHA) 心功能分级 I~IV 级,无重要器官功能障碍,血常规、肝肾功能及心功能基本正常,需行心脏外科手术。排除标准:急诊手术、术前严重肝肾功能不全。

1.2 分组

本研究共纳入 2018 年 9 月至 2019 年 3 月于阜外医院择期心脏外科手术的患者 80 例。采用完全随机法分为精准心脏麻醉方案组(P 组)和传统麻醉方案组(C 组),每组 40 例。患者、资料收集者对分组并不知情。研究完成后,由主要研究者行双盲分析。

1.3 麻醉方法

所有患者均实施全身麻醉,术前常规禁食、禁饮,入室后吸氧,常规监测 ECG、SpO₂、BIS、心率、有创动脉压及 CVP 等生命体征。

P 组麻醉诱导方案为丙泊酚(生产批号:PK108,阿斯利康制药公司,英国)1~2 mg/kg、舒芬太尼

(生产批号:81A12071,宜昌人福药业有限责任公司)0.5~0.8 μg/kg、罗库溴铵(生产批号:R003337,N.V.Organon 公司,荷兰)0.6 mg/kg,气管插管后接麻醉机行机械通气:潮气量 6~8 ml/kg,呼吸频率 10~12 次/min,吸呼比 1:2, P_{ET}CO₂ 维持在 35~45 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)。麻醉维持采用静吸复合方式,靶控输注模式泵注瑞芬太尼(生产批号:90B01011,宜昌人福药业有限责任公司)1~4 μg/L、丙泊酚 1~2 mg/L,并持续泵注右美托咪定(生产批号:180366,江苏恒瑞医疗股份有限公司)30 μg/h, BIS 维持在 40~60,术中间断给予罗库溴铵维持肌松;关胸后逐渐降低麻醉深度,术后争取在手术间拔出气管导管或术后在 ICU 内行早期拔管,所有患者均返 ICU。C 组采用传统麻醉方案诱导,即丙泊酚 1~2 mg/kg、舒芬太尼 3 μg/kg、罗库溴铵 0.6 mg/kg,行气管内插管后机械通气参数设置同 P 组;麻醉维持采用静吸复合麻醉,静脉泵注丙泊酚、罗库溴铵、右美托咪定,术中间断追加舒芬太尼 1~2 μg/kg;术后常规带气管导管返回 ICU。

1.4 气管导管拔出指征

循环稳定, FiO₂ ≤ 0.5 时, PaO₂ > 80 mmHg, SpO₂ > 94%;自主呼吸恢复,潮气量 5~10 ml/kg,呼吸频率 10~20 次/min;患者意识清楚,能听从指令睁眼、抬头、伸舌,气道防御反射恢复;体温 > 36 ℃;无严重代谢性酸中毒;无严重出血及凝血功能紊乱。

1.5 观察指标

术前指标包括患者性别、年龄、BMI、NYHA 心功能分级、病程、生化检测等,术中指标包括舒芬太尼用量、CPB 例数、手术时间、最低体温等,术后指标包括 ICU 停留时间、术后住院时间、术后并发症及患者住院费用等。

1.6 统计学分析

采用 SPSS 24.0 统计学软件进行数据分析。正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 *t* 检验;偏态分布计量资料以中位数(四分位数间距)[*M* (*Q*)]表示,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料采用频数和百分比进行描述性分析,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概

率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

两组患者年龄、性别、BMI、NYHA 心功能分级、术前左心室射血分数、术前 Cr 及术前白蛋白水平比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$,表 1)。两组患者行心脏外科手术类型比较,差异无统计学意义($P > 0.05$,表 2)。两组患者术前基础疾病比较,差异无统计学意义($P > 0.05$,表 3)。

2.2 两组患者术中指标比较

与 C 组比较,P 组患者术中舒芬太尼用量少

($P < 0.05$)。两组患者 CPB 例数、最低体温、手术时间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$,表 4)。

2.3 两组患者术后并发症比较

两组患者均无明显血压波动,C 组患者术后肺炎发生率明显高于 P 组($P < 0.05$)。两组间术后其他并发症(如低心排综合征、心律失常、二次开胸、二次插管、谵妄、肾功能不全等)发生率差异无统计学意义($P > 0.05$,表 5)。

2.4 两组患者术后其他临床结局比较

与 C 组比较,术后 P 组患者的机械通气时间、ICU 停留时间及术后住院时间均明显缩短($P < 0.05$)。P 组患者术后镇痛药物使用次数多于 C 组,

表 1 两组患者一般资料比较

组别	例数(例)	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	性别比(例,男/女)	BMI($\text{kg}/\text{m}^2, \bar{x} \pm s$)	术前左室射血分数[% $M(Q)$]	术前白蛋白($\text{g}/\text{L}, \bar{x} \pm s$)	术前 Cr [$\mu\text{mol}/\text{L}, M(Q)$]	NYHA 分级(例, I / II / III / IV)
P 组	40	60 \pm 11	31/9	24.9 \pm 3.5	62(6)	40 \pm 4	80(23)	21/19
C 组	40	61 \pm 9	30/10	25.1 \pm 2.9	60(14)	41 \pm 4	93(29)	29/11

注:P 组:精准心脏麻醉方案组;C 组:传统麻醉方案组; $M(Q)$:中位数(四分位数间距);NYHA:纽约心脏病学会

表 2 两组患者手术类型比较[例(%)]

组别	例数(例)	非 CPB 下冠状动脉旁路移植术	CPB 下冠状动脉旁路移植术	瓣膜手术	冠状动脉旁路移植术合并瓣膜手术	冠状动脉旁路移植术合并其他类型手术	瓣膜手术合并其他类型手术	其他类型手术
P 组	40	27(67.5)	1(2.5)	6(15.0)	1(2.5)	2(5.0)	1(2.5)	2(5.0)
C 组	40	21(52.5)	3(7.5)	5(12.5)	4(10.0)	4(10.0)	2(5.0)	1(2.5)

注:P 组:精准心脏麻醉方案组;C 组:传统麻醉方案组

表 3 两组患者术前基础疾病比较[例(%)]

组别	例数(例)	吸烟	高血压	糖尿病	高脂血症	心梗史	外周血管疾病	肺动脉高压	心房颤动	手术史
P 组	40	21(52.5)	25(62.5)	16(40.0)	28(70.0)	6(15.0)	20(40.0)	1(2.5)	2(5.0)	8(20.0)
C 组	40	20(50.0)	20(50.0)	14(35.0)	28(70.0)	10(25.0)	15(37.5)	4(10.0)	4(10.0)	15(37.5)

注:P 组:精准心脏麻醉方案组;C 组:传统麻醉方案组

表 4 两组患者术中指标比较

组别	例数(例)	舒芬太尼用量[$\mu\text{g}, M(Q)$]	CPB 例数[例(%)]	手术时间($\text{h}, \bar{x} \pm s$)	最低体温[$^{\circ}\text{C}, M(Q)$]
P 组	40	55(10) ^a	13(32.5)	3.2 \pm 0.7	32(1)
C 组	40	278(254)	19(47.5)	3.7 \pm 1.1	33(1)

注:与 C 组比较,^a $P < 0.05$;P 组:精准心脏麻醉方案组;C 组:传统麻醉方案组; $M(Q)$:中位数(四分位数间距)

表 5 两组患者术后并发症比较[例(%)]

组别	例数(例)	术后低心排综合征	术后心律失常	术后肺炎	二次开胸	二次插管	谵妄	术后肾功能不全
P 组	40	0(0)	3(7.5)	9(22.5) ^a	0(0)	0(0)	0(0)	2(5.0)
C 组	40	4(10.0)	6(15.0)	18(45.0)	0(0)	0(0)	1(2.5)	3(7.5)

注:与 C 组比较,^a $P < 0.05$;P 组:精准心脏麻醉方案组;C 组:传统麻醉方案组

表 6 两组患者术后指标比较

分组	例数(例)	机械通气时间[$\text{h}, M(Q)$]	ICU 停留时间[$\text{d}, M(Q)$]	术后住院时间[$\text{d}, M(Q)$]	住院死亡[例, (%)]	术后镇痛药物应用[次, $M(Q)$]
P 组	40	0(0) ^a	2(2) ^a	7(4) ^a	0	8(7)
C 组	40	17(11)	5.5(3)	9(4)	0	6(6)

注:与 C 组比较,^a $P < 0.05$;P 组:精准心脏麻醉方案组;C 组:传统麻醉方案组; $M(Q)$:中位数(四分位数间距)

但两组差异无统计学意义($P>0.05$)。两组患者院内死亡例数差异无统计学意义($P>0.05$,表 6)。

2.5 两组患者住院费用比较

与 C 组比较,P 组患者治疗费用明显升高($P<0.05$),但总住院费用、检查费用、放射费用及超声费用明显降低($P<0.05$,表 7)。

3 讨论

本研究表明精准心脏麻醉方案可明显缩短患者术后机械通气时间、ICU 停留时间及术后住院时间,降低术后多种并发症的发生率,减少患者医疗费用。该方案促进患者术后早期康复的同时,也可提高手术室、ICU 的周转效率,使有限的医疗资源得到充分利用。

传统心脏麻醉提倡使用大剂量阿片类药物降低患者对手术刺激的应激反应,但术后机械通气时间明显延长成为其主要缺点^[3],之后国内外学者发明了心脏快通道麻醉这一技术并不断探索。精准心脏麻醉这一理念不同于以往的心脏快通道麻醉,后者仅局限于阿片类药物对气管导管拔出时机的影响。精准心脏麻醉在麻醉管理策略上进一步细化、改良,根据患者术前、术中自身情况,将小剂量舒芬太尼、靶控泵注、BIS 监测等多种手段有效结合,为心脏手术患者打造一套“量身定做”的麻醉方案从而改善预后,做到真正意义上的个体化、精准化;而术后早期拔出气管导管和快通道实施只是该精准麻醉方案的主要目的之一。麻醉药物代谢与肝酶密不可分。因此,未来精准心脏麻醉的进一步研究可集中于肝酶活性、浓度及相关基因表达等方面。

本研究中精准心脏麻醉组术后患者对镇痛的需求增加,这与其他研究结果一致^[4-5],可能原因为术中维持镇痛的瑞芬太尼半衰期短,致围手术期镇痛不充分、术后疼痛提前出现。但是其他研究认为心脏手术患者术后对止痛药的需求与阿片类药物的使用剂量相关,与其半衰期长短无关^[6]。应用多模式镇痛(如非甾体抗炎药、局部麻醉药物切口浸润等)可改善患者术后疼痛^[7-8],未来有望将其纳入精

准心脏麻醉方案。

精准心脏麻醉方案在阿片类药物的使用上进行改良,即小剂量舒芬太尼诱导合并靶控泵注瑞芬太尼。与传统的持续静脉输注相比,靶控泵注可减少术中瑞芬太尼的使用剂量,降低阿片类药物致痛觉过敏的发生率^[9]。与舒芬太尼、芬太尼等相比,瑞芬太尼可缩短心脏手术患者术后机械通气时间,降低心肌肌钙蛋白的释放量,不增加术中知晓的发生率,其临床安全性得到肯定^[10-11]。与大剂量阿片类药物相比,择期心脏外科手术中小剂量给药可明显缩短术后机械通气时间,且不会引起围手术期低血压、心肌梗死及卒中等并发症的增加,其安全性得到肯定^[12]。甚至相关学者提出心脏外科手术中应保守使用阿片类药物,从而减少阿片成瘾现象,加快患者术后康复,降低医疗成本^[12]。阿片类药物的副作用多,减少其在非心脏外科手术中的用量,促进术后快速康复已成为趋势,但心脏外科手术中的具体剂量仍需进一步探讨。

研究证实,精准心脏麻醉方案不增加心脏外科术后多种并发症的发生率。C 组患者肺部感染发生率较高,主要原因为术后机械通气时间长。虽然延长术后机械通气时间能避免心肌耗氧增加,但是大量研究表明心脏外科手术后长时间机械通气和大量阿片类药物均是呼吸机相关性肺炎发生的独立危险因素^[13-16]。较长时间的气管插管也会引起患者自身不适,导致血流动力学明显不稳。既往心脏外科手术术后研究发现瑞芬太尼可降低术后机械通气时间,能有效预防呼吸机相关性肺炎的发生^[15]。因此,术后尽早拔管对促进患者呼吸系统、循环系统的恢复具有重要意义^[17]。早拔管可减少术后谵妄的出现^[18],不增加二次气管插管的风险^[19],尤其适用于中低风险心脏外科手术患者^[19]。对于心脏外科手术患者,精准心脏麻醉有益于尽早拔出气管导管,明显改善预后,减少医院内治疗花费,但该方案的适用人群仍需进一步探索。

本研究存在一定的局限性。首先,研究样本量

表 7 两组住院费用比较[元, $M(Q)$]

组别	例数(例)	总住院费用	检查费用	治疗费用	化验费用	放射费用	超声费用
P 组	40	97 003(22 438) ^a	6 363(2 634) ^a	13 471(3 509) ^a	15 734(4 979)	742(238) ^a	1 867(1 281) ^a
C 组	40	109 531(52 413)	8 035(3 989)	11 081(3 531)	15 122(6 178)	861(446)	2 731(1 785)

注:与 C 组比较,^a $P<0.05$;P 组:精准心脏麻醉方案组;C 组:传统麻醉方案组; $M(Q)$:中位数(四分位数间距)

有限;第二,本研究缺乏对患者术后疼痛、恶心呕吐的量化评估,不能阐明精准心脏麻醉对其的影响;第三,只记录了两组舒芬太尼用量,未记录两组丙泊酚总用量及 P 组术中瑞芬太尼的总用量,无法明确其与术后镇痛药物需求量之间的关系。因此,精准心脏麻醉方案对成年人心脏外科手术术后恶心呕吐、疼痛及患者术后近期与远期并发症的影响尚不明确,仍需大样本量、前瞻性、随机对照研究行进一步探讨。

综上所述,精准心脏麻醉方案是安全、有效的,该方案旨在个体化、精准化实施麻醉管理从而避免过度医疗,为将来开辟心脏外科手术快速康复临床路径提供重要基础。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] van Mastrigt GA, Maessen JG, Heijmans J, et al. Does fast-track treatment lead to a decrease of intensive care unit and hospital length of stay in coronary artery bypass patients? A meta-regression of randomized clinical trials [J]. *Crit Care Med*, 2006, 34(6): 1624-1634. DOI:10.1097/01.CCM.0000217963.87227.7B.
- [2] Wong WT, Lai VK, Chee YE, et al. Fast-track cardiac care for adult cardiac surgical patients [J/OL]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 9: CD003587. DOI:10.1002/14651858.CD003587.pub3.
- [3] Grocott HP. Early extubation after cardiac surgery: the evolution continues[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2017, 154(5): 1654-1655. DOI:10.1016/j.jtcvs.2017.07.025.
- [4] Zakhary WZA, Turton EW, Flo Former A, et al. A comparison of sufentanil vs. remifentanil in fast-track cardiac surgery patients [J]. *Anaesthesia*, 2019, 74(5): 602-608. DOI:10.1111/anae.14572.
- [5] Bhavsar R, Ryhammer PK, Greisen J, et al. Remifentanil compared with sufentanil does not enhance fast-track possibilities in cardiac surgery—a randomized study[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2016, 30(5): 1212-1220. DOI:10.1053/j.jvca.2015.12.021.
- [6] van Gulik L, Ahlers SJ, van de Garde EM, et al. Remifentanil during cardiac surgery is associated with chronic thoracic pain 1 yr after sternotomy[J]. *Br J Anaesth*, 2012, 109(4): 616-622. DOI:10.1093/bja/aes247.
- [7] Hong SS, Milross MA, Alison JA. Effect of continuous local anesthetic in post-cardiac surgery patients: a systematic review[J]. *Pain Med*, 2018, 19(5): 1077-1090. DOI:10.1093/pm/pnx189.
- [8] American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain Management. Practice guidelines for acute pain management in the perioperative setting: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain Management[J]. *Anesthesiology*, 2012, 116(2): 248-273. DOI:10.1097/ALN.0b013e31823c1030.
- [9] Richebé P, Pouquet O, Jelacic S, et al. Target-controlled dosing of remifentanil during cardiac surgery reduces postoperative hyperalgesia [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2011, 25 (6): 917-925. DOI:10.1053/j.jvca.2011.03.185.
- [10] Greco M, Landoni G, Biondi-Zoccai G, et al. Remifentanil in cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2012, 26(1): 110-116. DOI:10.1053/j.jvca.2011.05.007.
- [11] Groesdonk HV, Pietzner J, Borger MA, et al. The incidence of intraoperative awareness in cardiac surgery fast-track treatment [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2010, 24(5): 785-789. DOI:10.1053/j.jvca.2010.03.018.
- [12] Rong LQ, Kamel MK, Rahouma M, et al. High-dose versus low-dose opioid anesthesia in adult cardiac surgery: A meta-analysis [J]. *J Clin Anesth*, 2019, 57: 57-62. DOI:10.1016/j.jclinane.2019.03.009.
- [13] Ibañez J, Riera M, Amezcaga R, et al. Long-term mortality after pneumonia in cardiac surgery patients: a propensity-matched analysis[J]. *J Intensive Care Med*, 2016, 31(1): 34-40. DOI:10.1177/0885066614523918.
- [14] Lin YJ, Xu L, Huang XZ, et al. Reduced occurrence of ventilator-associated pneumonia after cardiac surgery using preoperative 0.2% chlorhexidine oral rinse: results from a single-centre single-blinded randomized trial [J]. *J Hosp Infect*, 2015, 91(4): 362-366. DOI:10.1016/j.jhin.2015.08.018.
- [15] Krdzalic A, Kosjerina A, Jahic E, et al. Influence of remifentanil/propofol anesthesia on ventilator-associated pneumonia occurrence after major cardiac surgery[J]. *Med Arch*, 2013, 67(6): 407-409. DOI:10.5455/medarch.2013.67.407-409.
- [16] Topal AE, Eren MN. Risk factors for the development of pneumonia post cardiac surgery [J]. *Cardiovasc J Afr*, 2012, 23(4): 212-215. DOI:10.5830/CVJA-2012-005.
- [17] García-Delgado M, Navarrete-Sánchez I, Colmenero M. Preventing and managing perioperative pulmonary complications following cardiac surgery [J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2014, 27(2): 146-152. DOI:10.1097/ACO.000000000000059.
- [18] Lin Y, Chen J, Wang Z. Meta-analysis of factors which influence delirium following cardiac surgery [J]. *J Card Surg*, 2012, 27(4): 481-492. DOI:10.1111/j.1540-8191.2012.01472.x.
- [19] Zhu F, Lee A, Chee YE. Fast-track cardiac care for adult cardiac surgical patients [J/OL]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012, 10: CD003587. DOI:10.1002/14651858.CD003587.pub2.

(本文编辑:张丽)